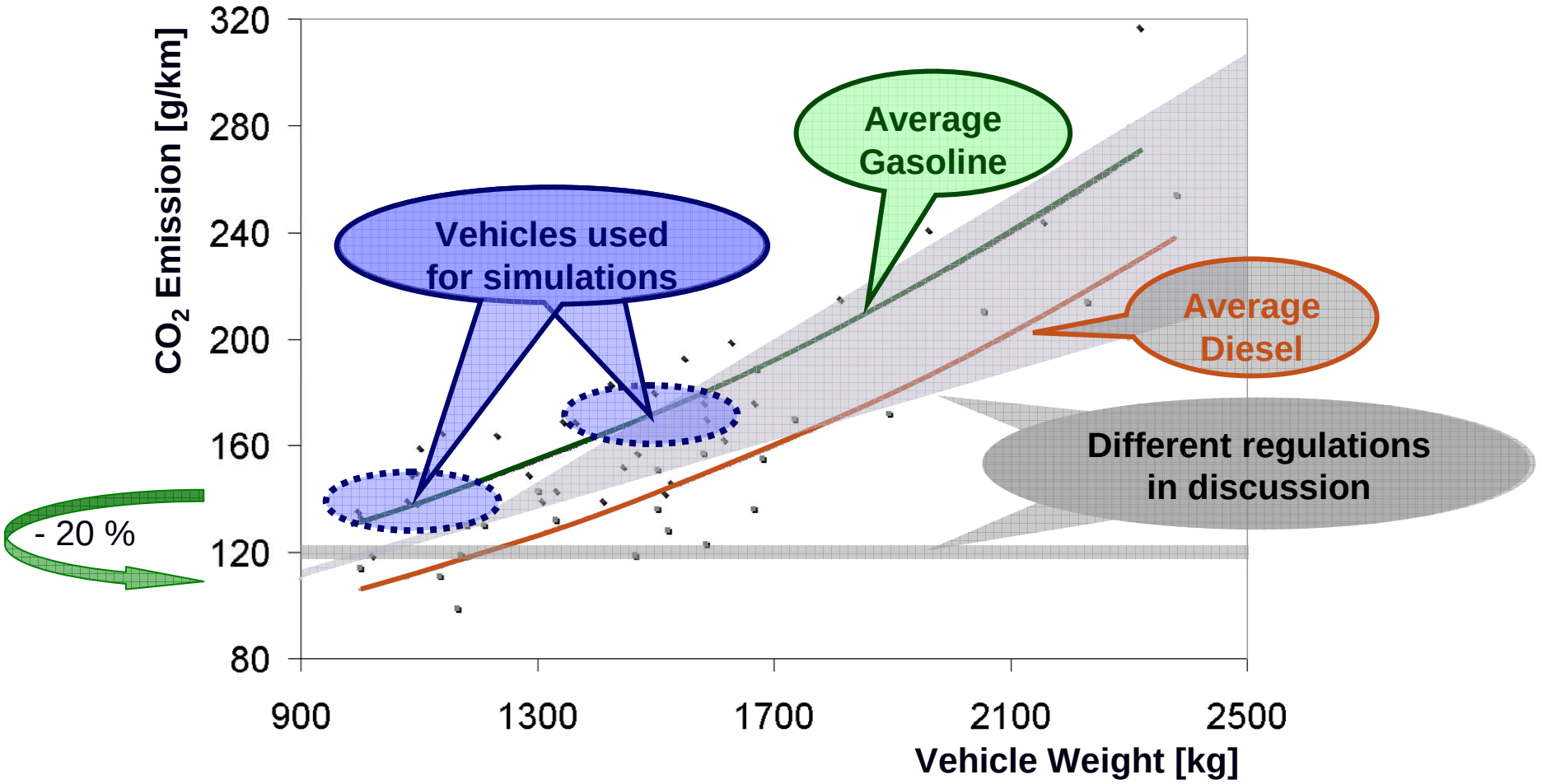
European Regulations for Vehicle CO_2 Emissions



Why Small Cars?

- For vehicles 900-1,600kg
  - 25% reduction in CO_2 for top 50 vehicles
  - Results in a 17% reduction in CO_2 emissions overall
- For vehicles over 1,600kg
  - A 40% reduction in CO_2 for top 50 vehicles
  - Results in less than 1% reduction in CO_2 emissions overall

High Penalties for CO_2 Emission

Vehicle price	CO2 Emission	Extra cost 2012 20€ per g/km		Extra cost 2015 95€ per g/km	
€	> 120 g/km	€	% of vehicle price	€	% of vehicle price
8000	20	400	5.0%	1900	23.8%
40000	40	800	2.0%	3800	9.5%
70000	60	1200	1.7%	5700	8.1%

EU Interest in DCT Technology Remains High

- DCT History
  - 2003 w/VW, Audi
  - 2008 w/Nissan, Mitsubishi
  - 2010 US & Asian OEM
- State-of-the-Art
  - Improving efficiency
    - Drag reduction
    - Pump downsizing
    - Reduced Leakage
  - Increased ratio spread
  - eMachine integration

GETRIEBETECHNIK

AUTOMATISCHES SPAREN

Doppelkupplungsgetriebe liegen im Trend. VW, Ford und Volvo sowie die Zulieferer Getrag und ZF zeigen zur IAA ihre neuesten Entwicklungen.

Um Autos sparsamer zu machen, genügt es nicht nur, den Motor zu optimieren. Das Getriebe bietet ebenfalls Potenzial, die Effizienz des Antriebs zu erhöhen. Gerade dem in der Vergangenheit als Spritschlucker verschrienen Automatikgetriebe kommt hier eine steigende Bedeutung zu, vor allem als so genanntes Doppelkupplungsgetriebe (DKG).

Das Sparpotenzial ergibt sich aus dem höheren Wirkungsgrad gegenüber Wandler-Automaten – vor allem bei DKG mit trockener Doppelkupplung – sowie aus einer auf geringen Verbrauch ausgelegten Schaltstrategie. Weitere Stellschrauben sind eine erhöhte Anzahl von Gängen und ein größerer Übersetzungsbereich, wodurch der Motor öfter in verbrauchsgünstigen Bereichen betrieben werden kann.

Doppelkupplungsgetriebe sind eine Bauart automatisierter Schaltgetriebe und verfügen über zwei ineinander verschachtelte Teilgetriebe mit jeweils einer Kupplung. Auf einem Teilgetriebe befinden sich die geraden, auf dem anderen die ungeraden Gänge. Fährt man beispielsweise im dritten Gang, ist im anderen Teilgetriebe der vierte Gang bereits eingelegt. Das Umschalten erfolgt, indem die erste Kupplung geöffnet wird, während die zweite schließt. Gangwechsel laufen so ohne Zugkraftunterbrechung ab.

VW stellt die DQ250 genannte DSG-Version mit sieben Gängen und trockener Kupplung von LuK vor, die in Verbindung mit TSI- und TDI-Motoren bis 250 Nm Drehmoment von Polo bis Passat ab Herbst dieses Jahres sukzessive eingesetzt wird. Den Anfang macht der Golf, wo der neue 1,4-Liter-TSI-Motor mit 122 PS dank DSG im EU-Normzyklus sogar weniger Sprit verbraucht als mit Handschaltung – nämlich 5,9 Liter je 100 Kilometer statt 6,3.

Volvo und Ford präsentieren ein Sechsgang-Doppelkupplungsgetriebe von Ford-Kooperationspartner Getrag, das mit einer im Ölbad laufenden, nassen Kupplung von BorgWarner arbeitet. Das Aggregat kommt im Frühjahr 2008 in Verbindung mit dem Zweiliter-Dieselmotor mit 136 PS in den Volvo-Modellen C30, S40 und V50 sowie bei Ford im nächsten Focus (siehe Seite 28) und im C-Max zum Einsatz.

Bei Zulieferer ZF ist ein Sechsgang-Doppelkupplungsgetriebe für Modelle mit längs eingebauten Motoren und Hinterradantrieb zu sehen. Das soll vor allem für hoch drehende Sportmotoren wie im Porsche Carrera und BMW M5 geeignet sein. Getrag hat insgesamt fünf Versionen für die unterschiedlichsten Anwendungsfälle im Portfolio – mit trockener und nasser Kupplung, mit sechs und sieben Gängen, für Quer- und Längseinbau.

Mit vergleichsweise geringem Aufwand lassen sich Elektromotoren in Doppelkupplungsgetriebe integrieren. Getrag zeigt auf der IAA ein solches Hybrid-DKG, mit dem das Sparpotenzial noch weiter erhöht werden kann.

Text: Hermann-Josef Stapper

DQ250 VON VW
Das kleine DSG-Getriebe hat sieben Gänge und arbeitet mit trockener Doppelkupplung

1 Parksperre
2 Schaltgabeln
3 Antriebswellen
4 Dämpfer
5 Doppelkupplung
6 Mechatronik

HYBRID-DKG VON GETRAG Die Darstellung zeigt eine von vielen Möglichkeiten der Integration von E-Motoren

1 Doppelkupplungsgetriebe
2 seitlich angebauter Elektromotor
3 Kurbelwellen-Startergenerator

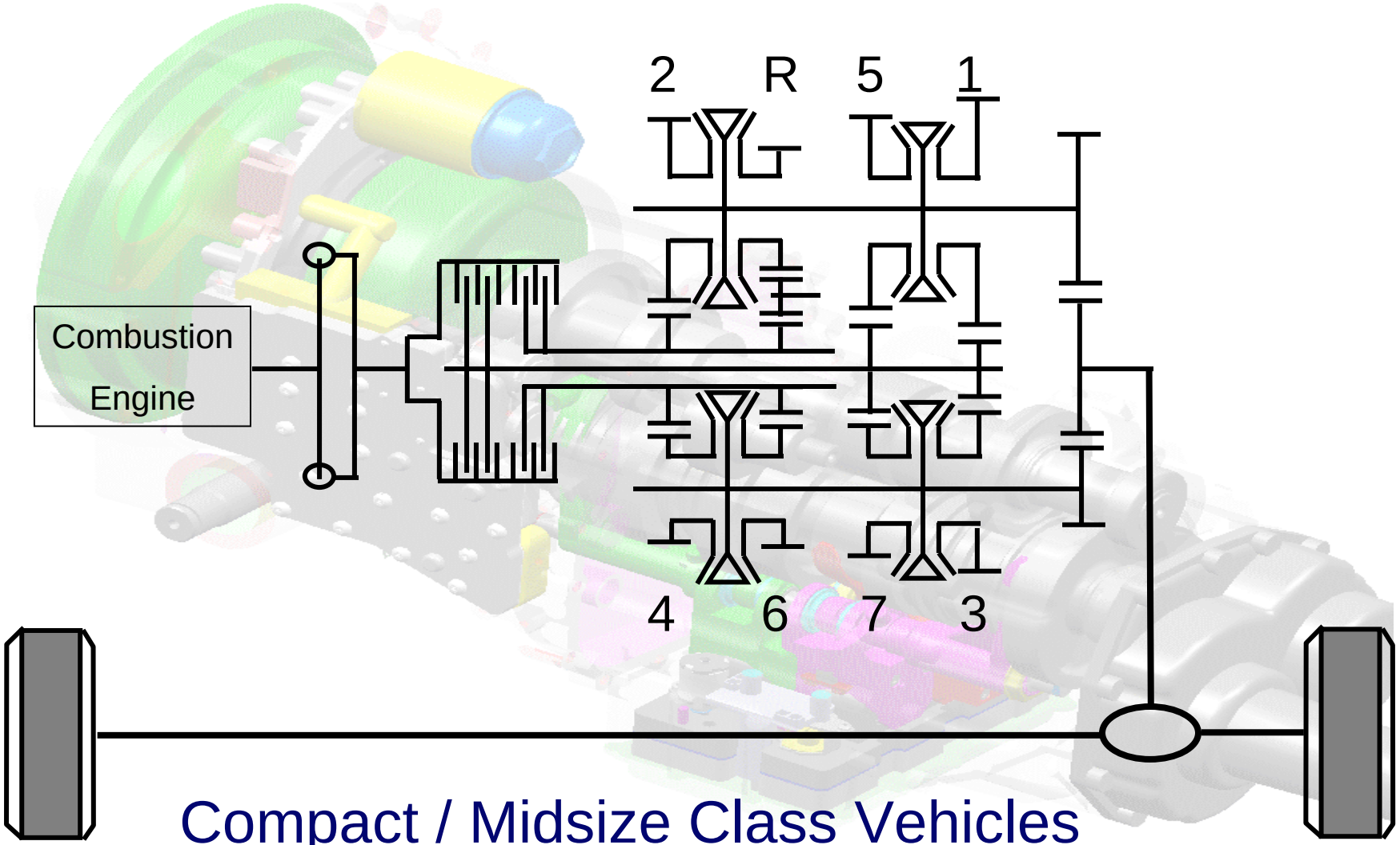
44 20/2007

Ref: auto motor und sport, HEFT 20 12.September 2007

Compact / Midsize Class Vehicle

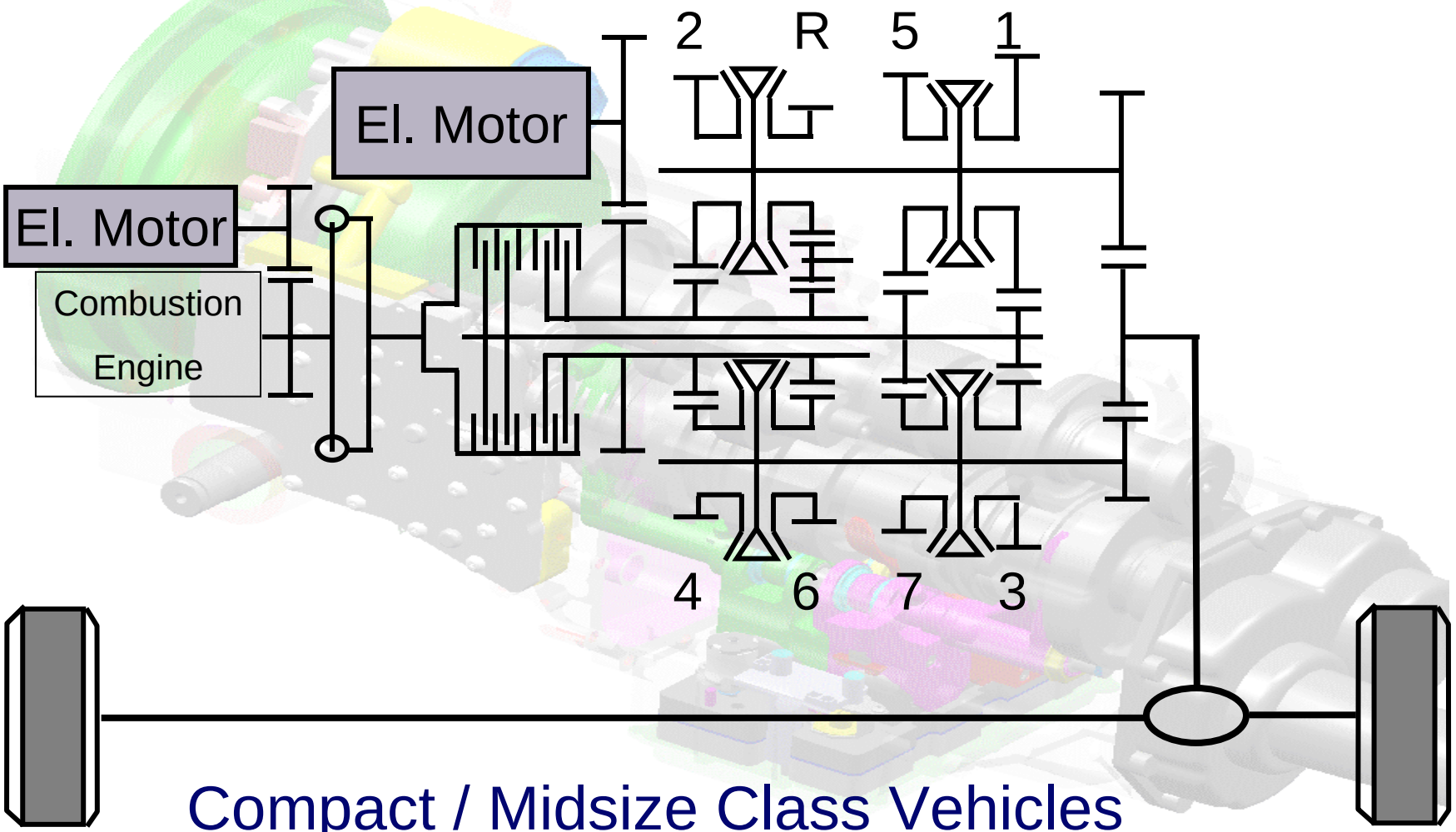
Main Vehicle Class	Compact, Midsize
Max Torque Engine	250 Nm (downsized 200 Nm)
Vehicle Weight	1600 kg
Maximum Weight	2200 kg
Trailer Weight	2000 kg
Transmission	7-Speed HEDCT 7-Speed HEDCT Mild Hybrid

7-Speed DCT Concept



Compact / Midsize Class Vehicles

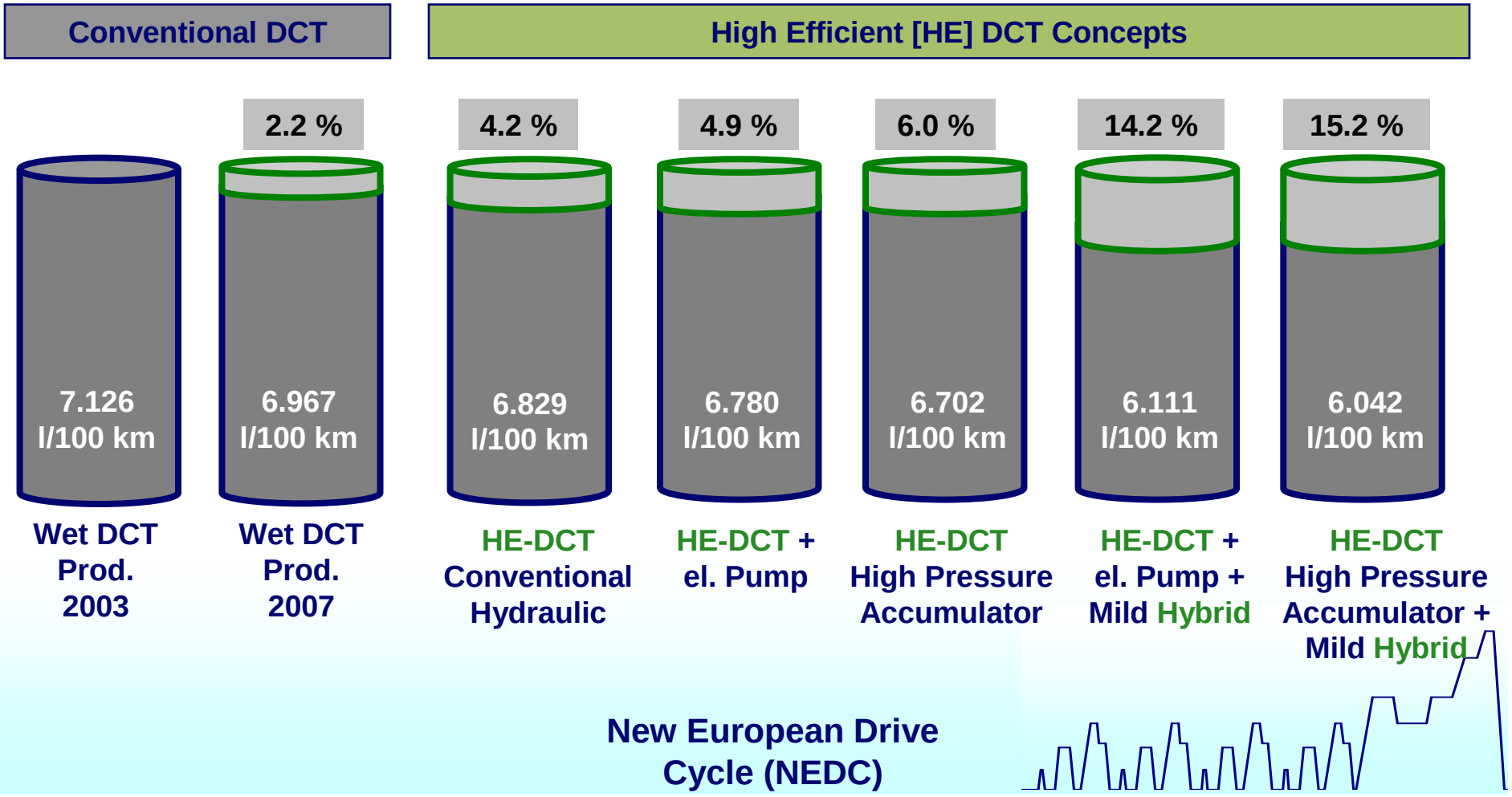
7-Speed DCT Hybrid Concept



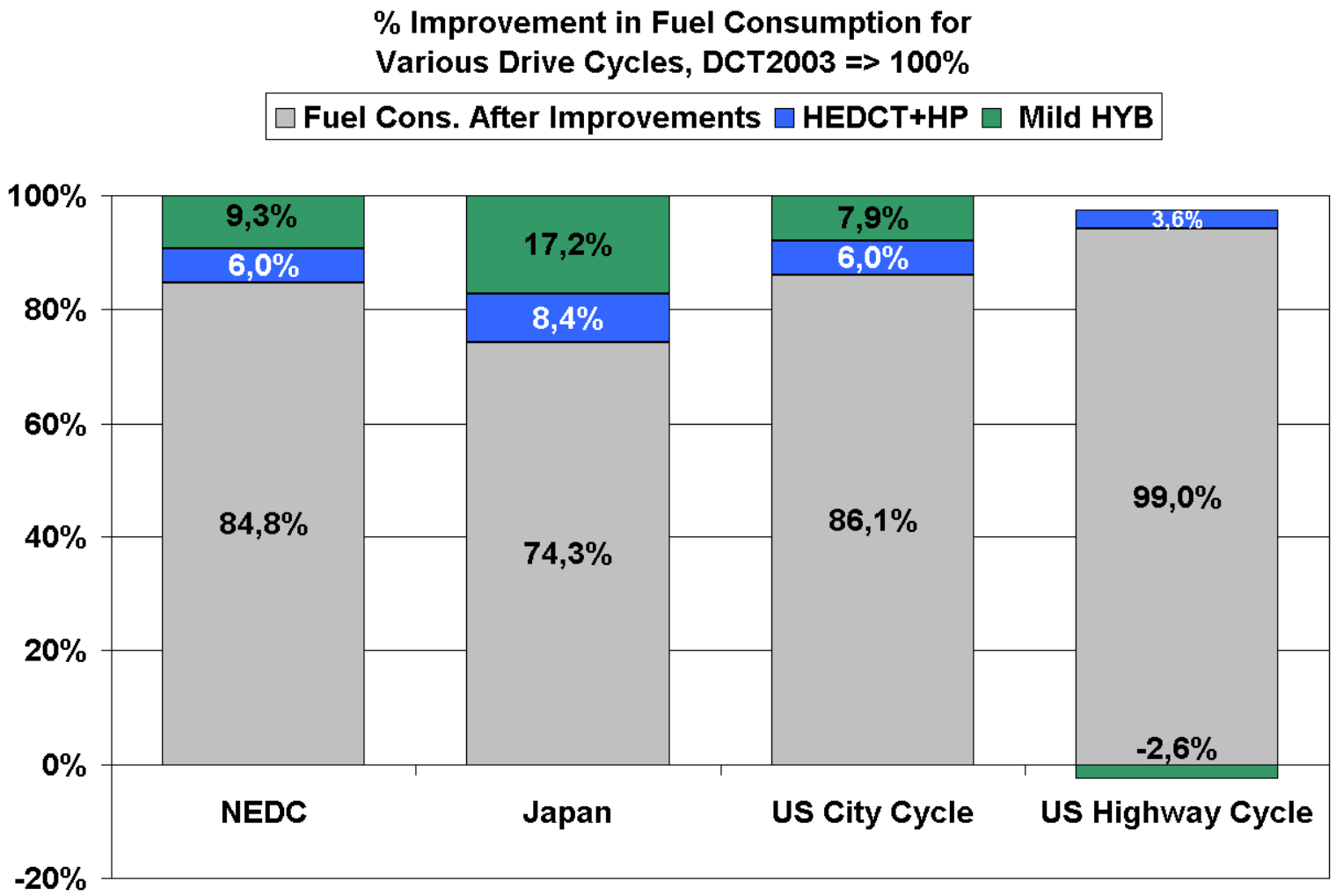
Compact / Midsize Class Vehicles

Summary Fuel Consumption , Compact Car

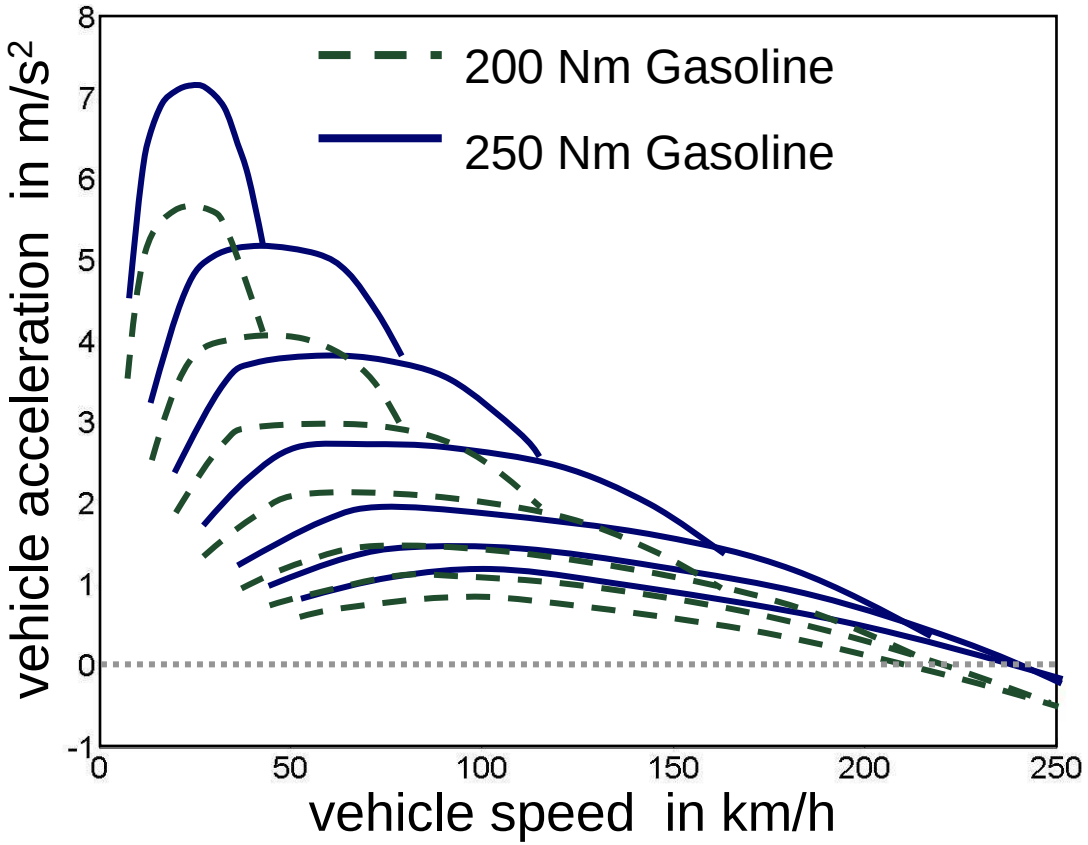
Consumption Improvement Gasoline



Fuel Efficiency different cycles, Compact Car

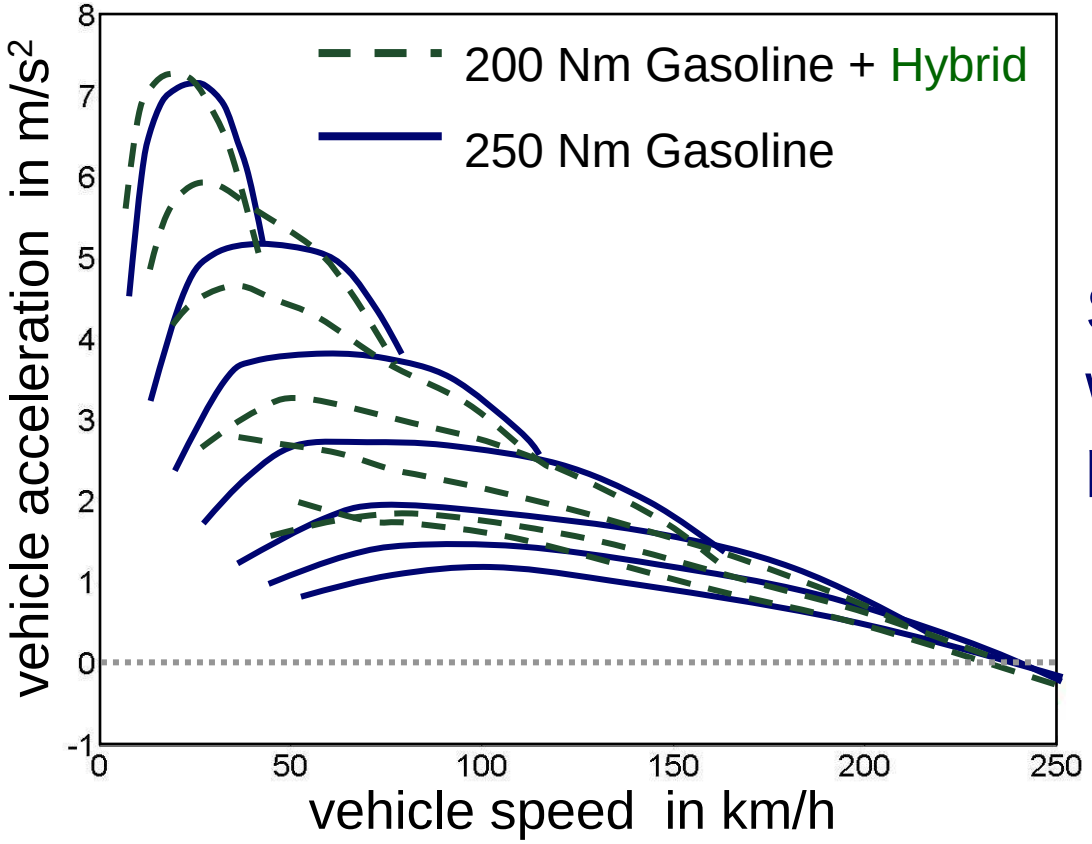


Further Improvement by engine downsizing



Smaller engine with less acceleration potential.

Further Improvement by engine downsizing



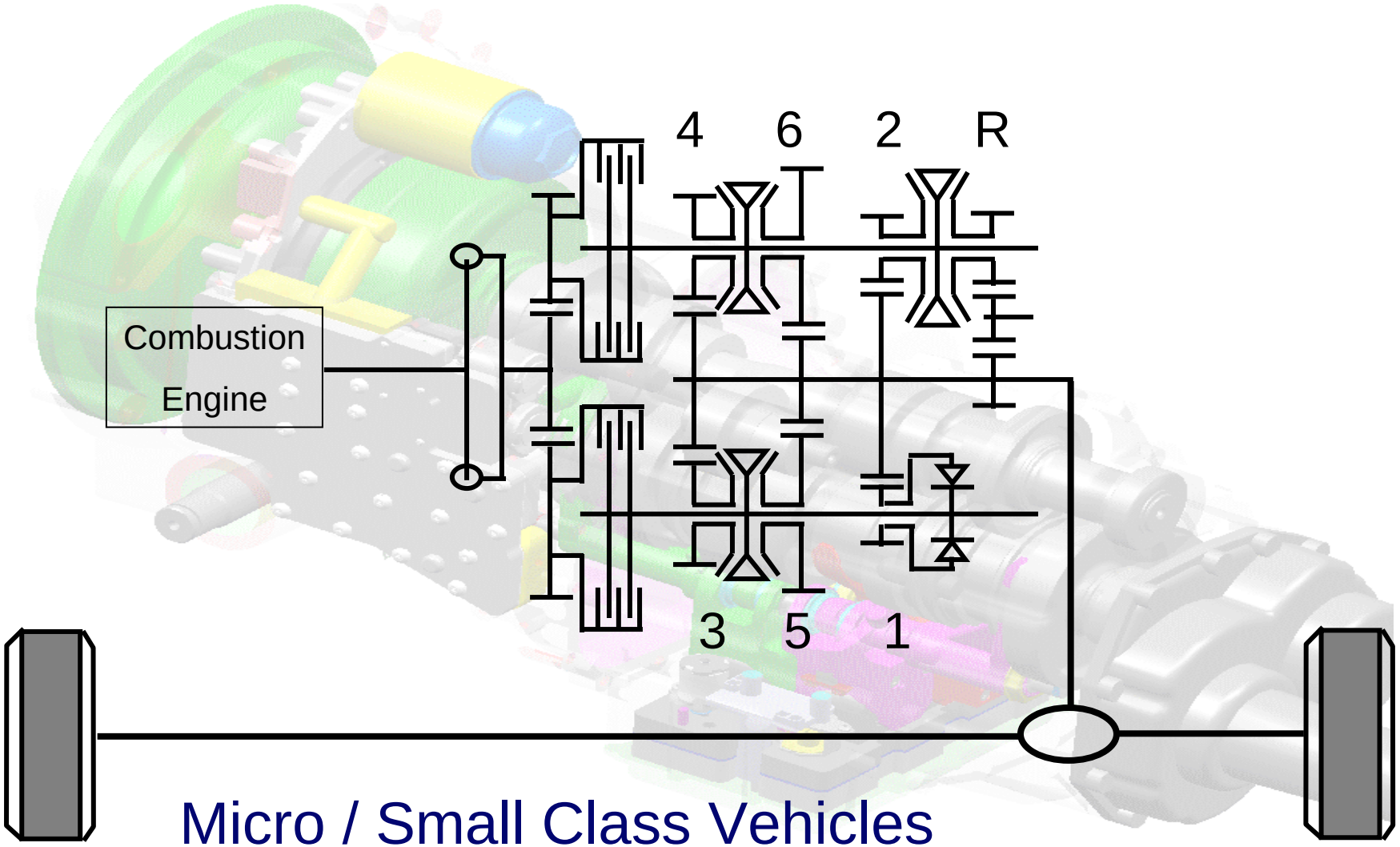
Smaller engine + Hybrid with similar acceleration potential.

Further fuel efficiency improvement by downsizing the engine

Micro / Small Class Vehicle

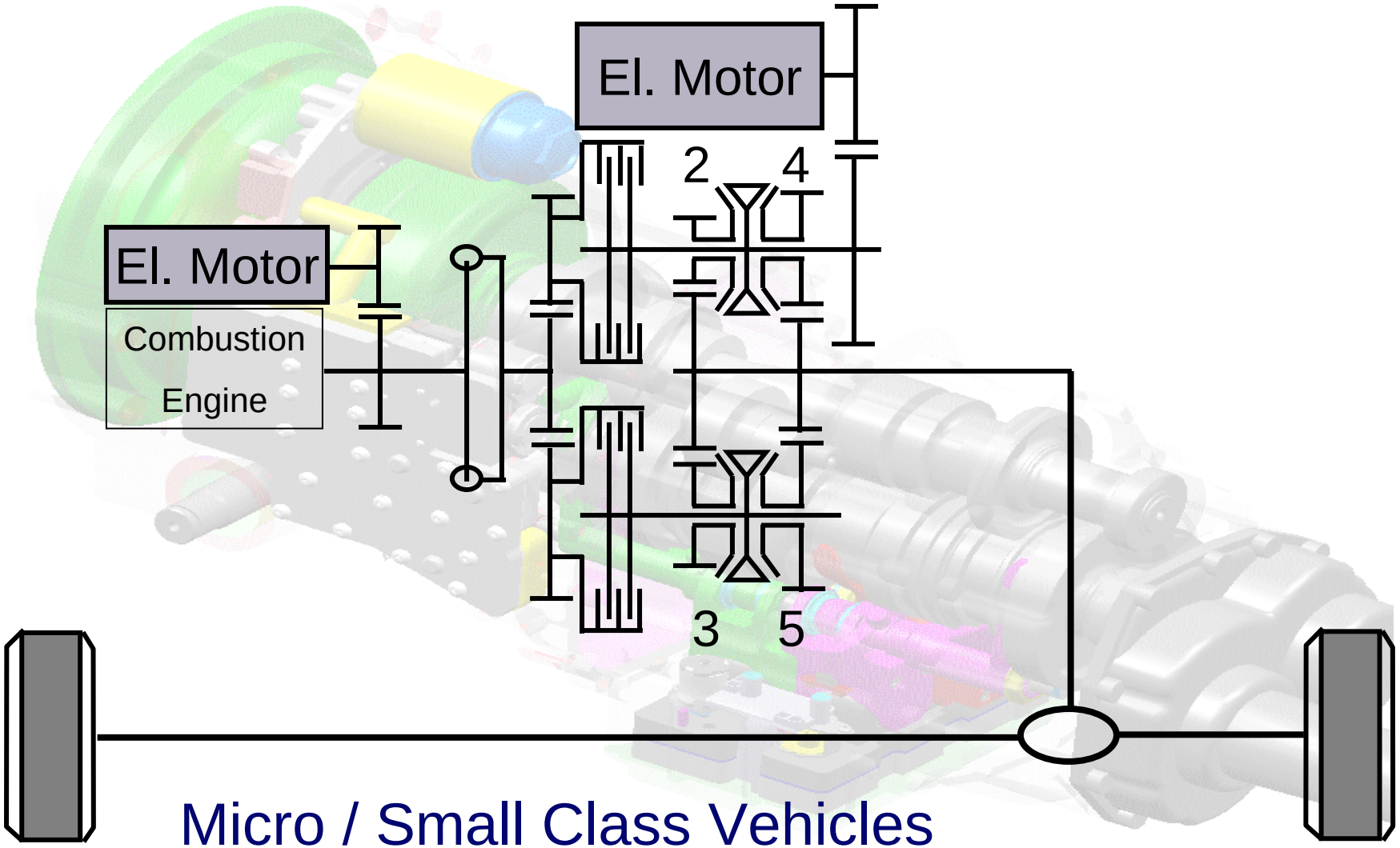
Main Vehicle Class	Micro, Small
Max Torque Engine	140 Nm
Vehicle Weight	1150 kg
Maximum Weight	1650 kg
Trailer Weight	1000 kg
Transmission	6-Speed HEDCT 5-Speed HEDCT Mild Hybrid

6-Speed DCT Concept



Micro / Small Class Vehicles

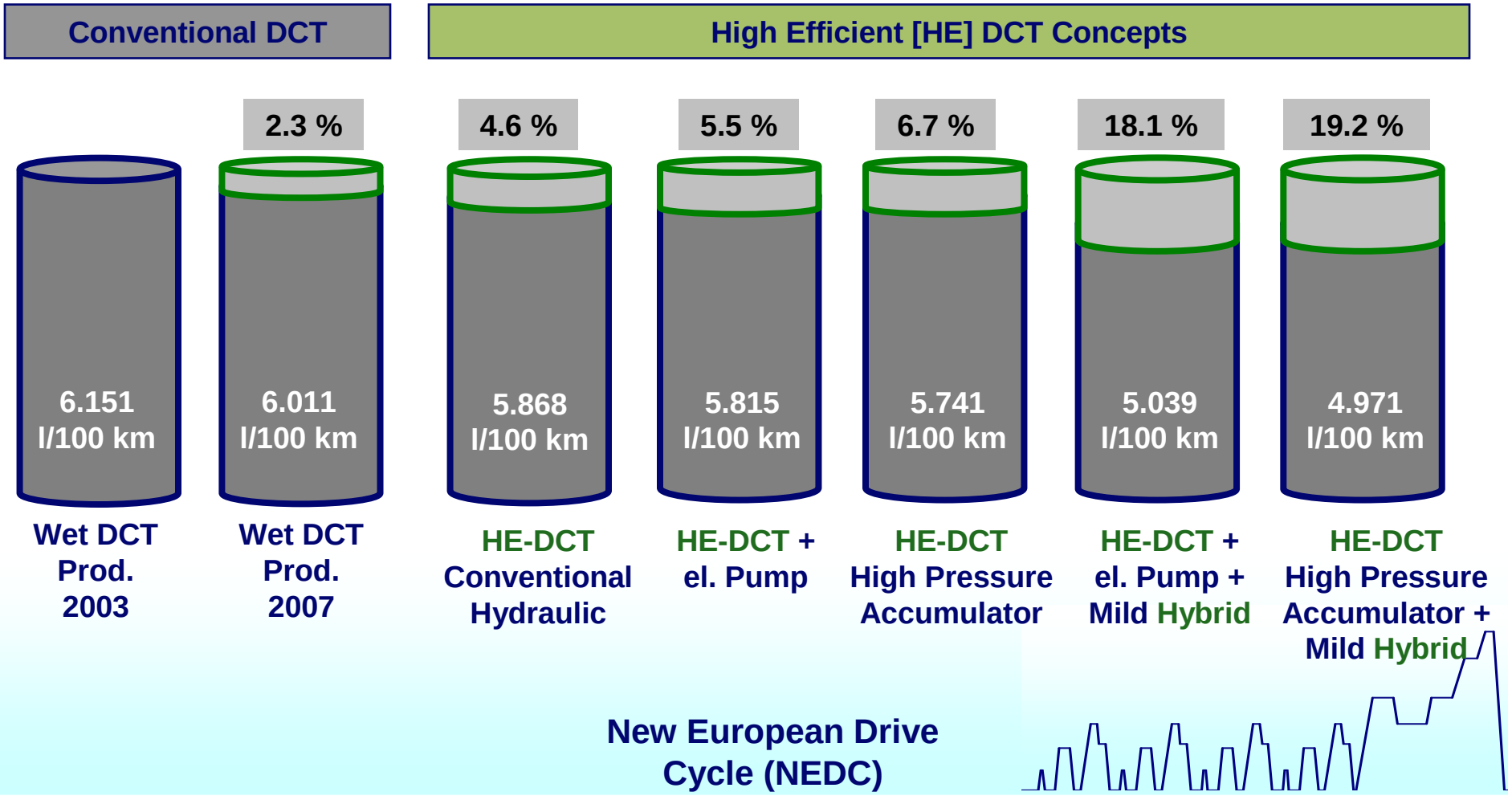
5-Speed DCT Hybrid Concept



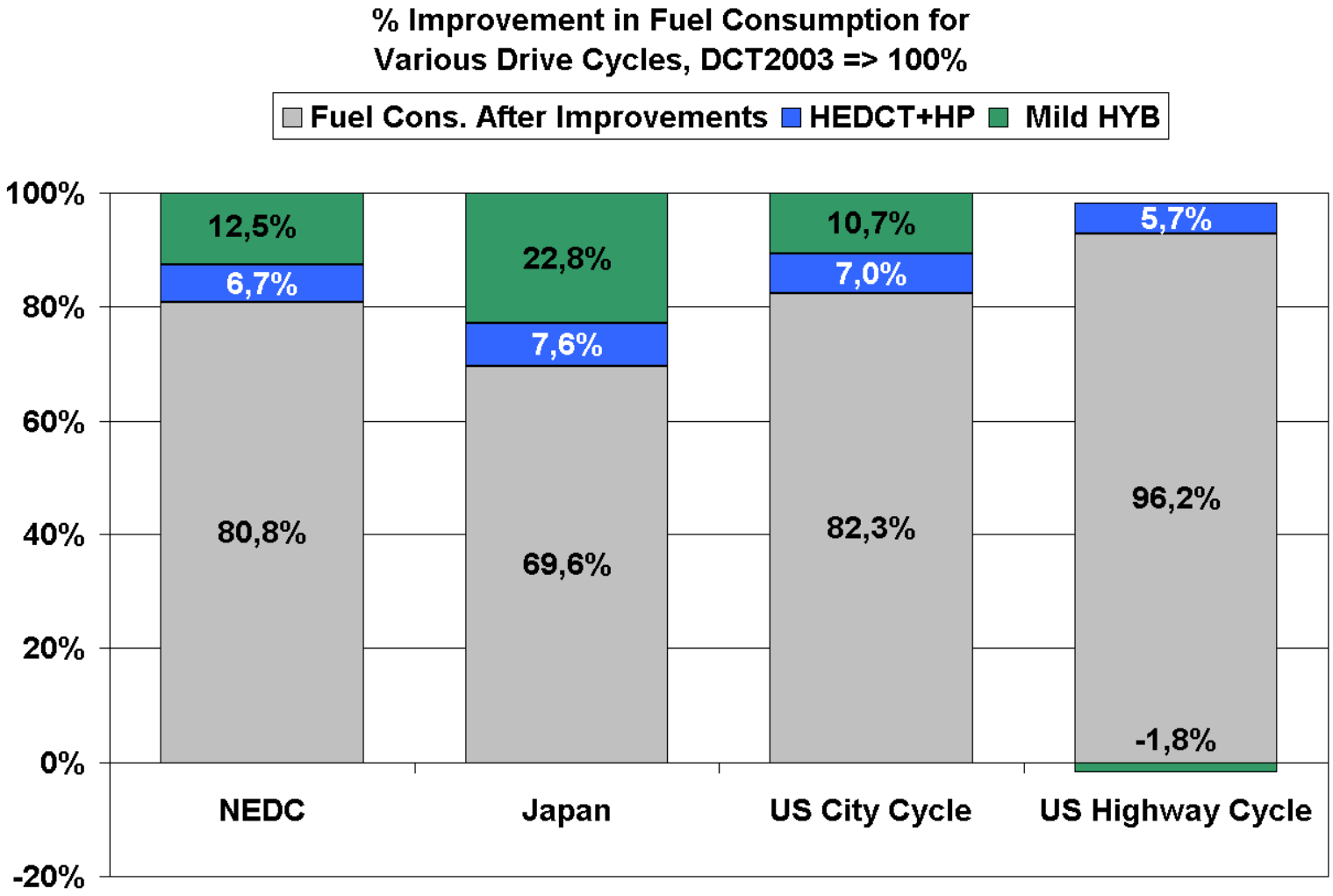
Micro / Small Class Vehicles

Summary Fuel Consumption , Small Car

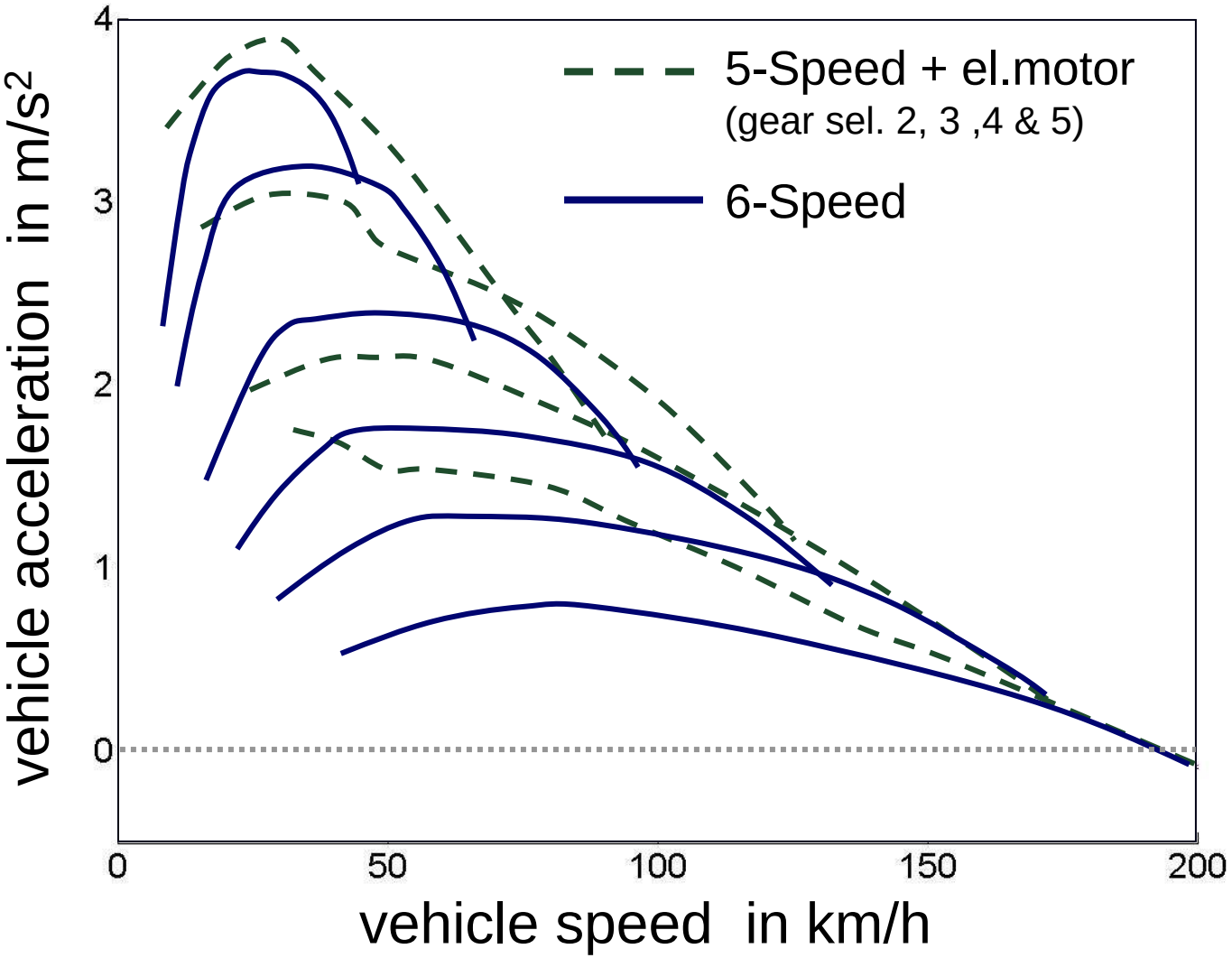
Consumption Improvement Gasoline



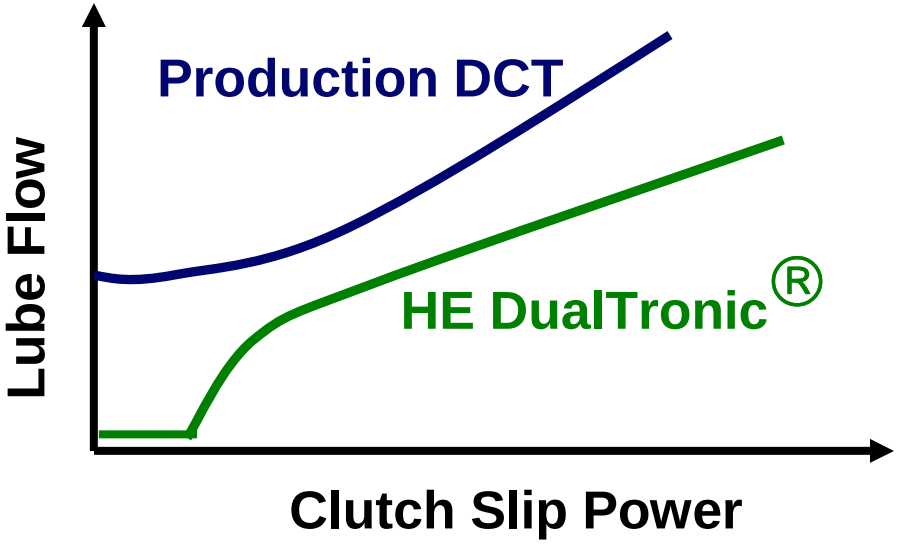
Fuel Efficiency different cycles, Small Car



Acceleration 6-Speed vs. 5-Speed Hybrid

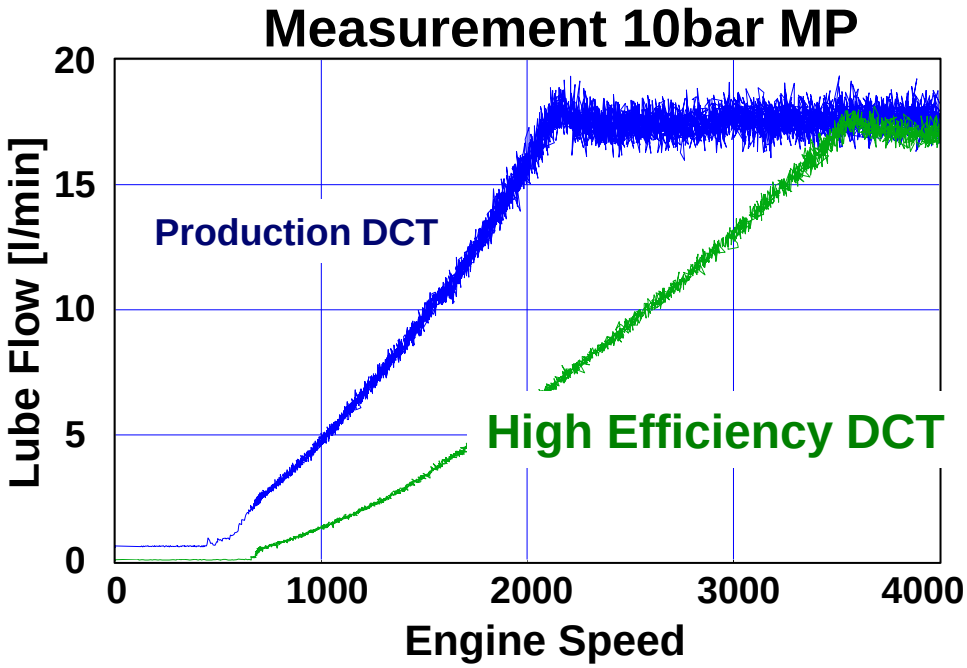


HE DualTronic® ____ New clutch lube concept

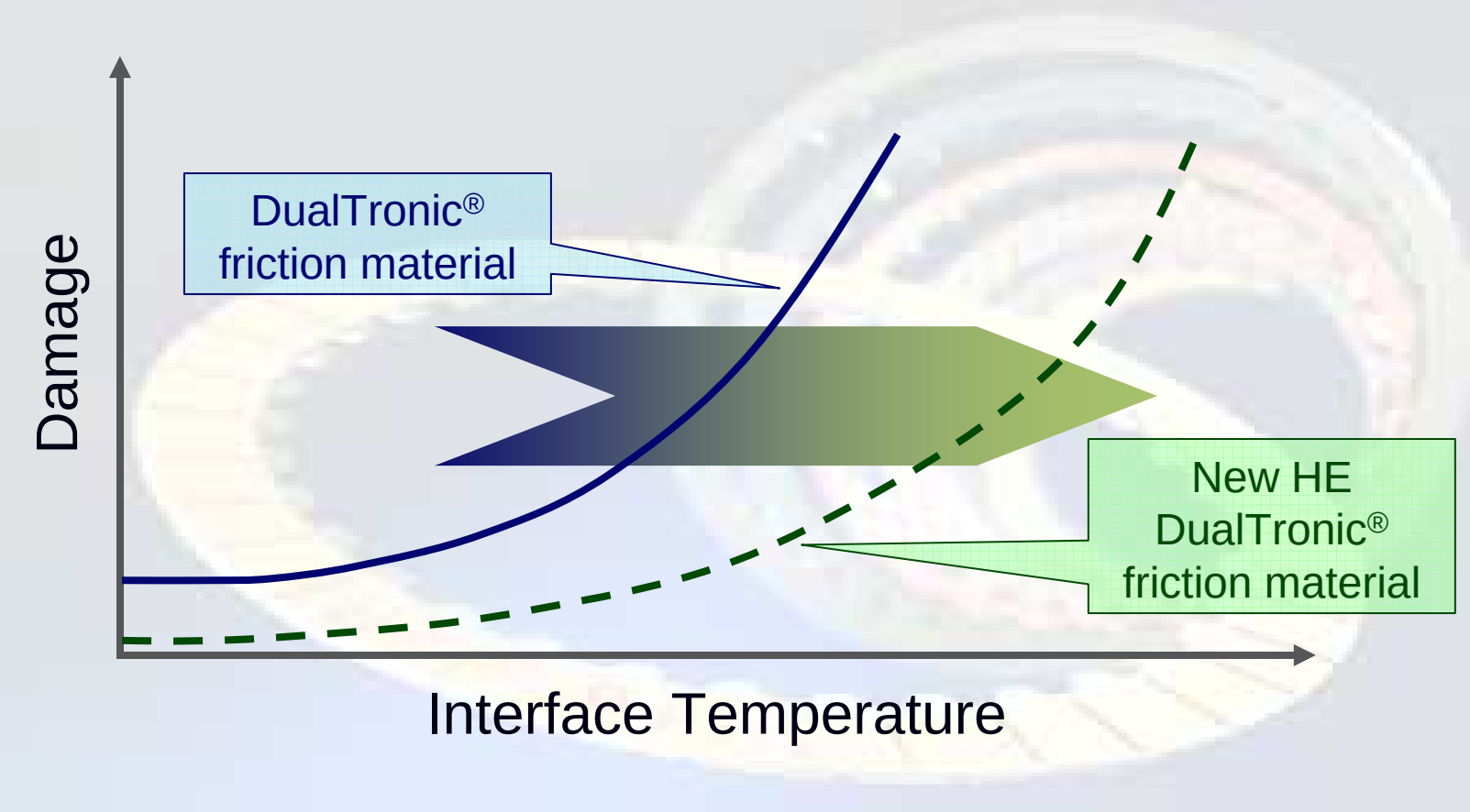


Less Lube Flow Requirements

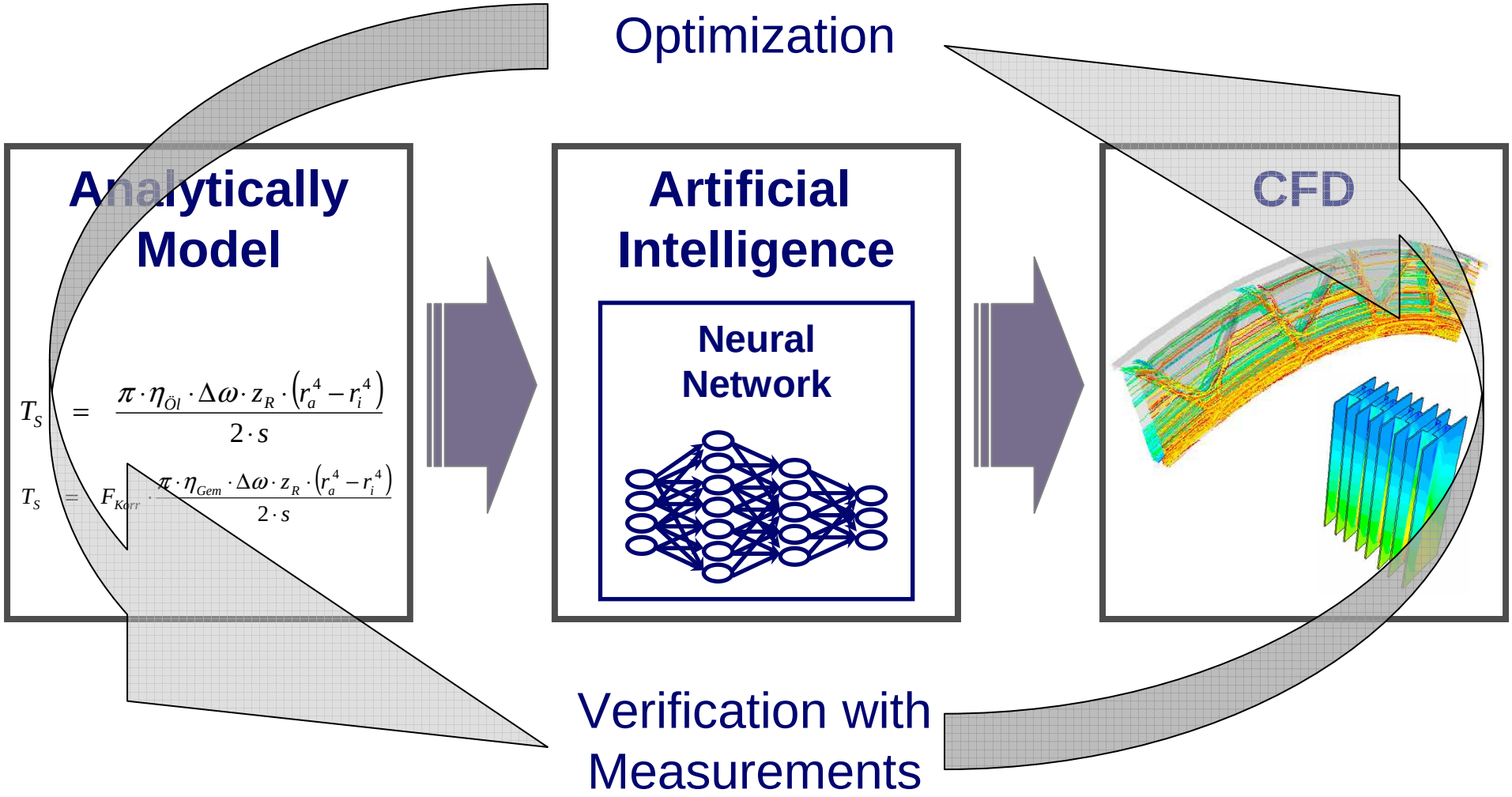
Clutch Cooling Flow requirements are reduced in every driving condition (idle, creep, shift, launch).



Friction Material Improvement

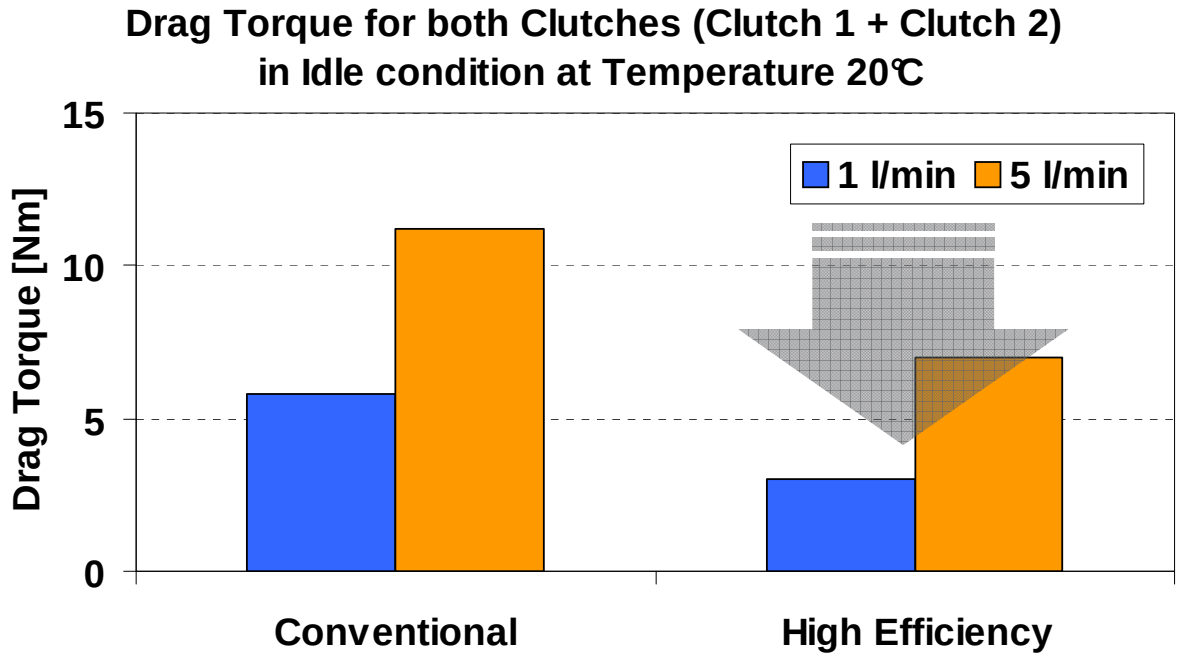


Drag Loss Optimization Process

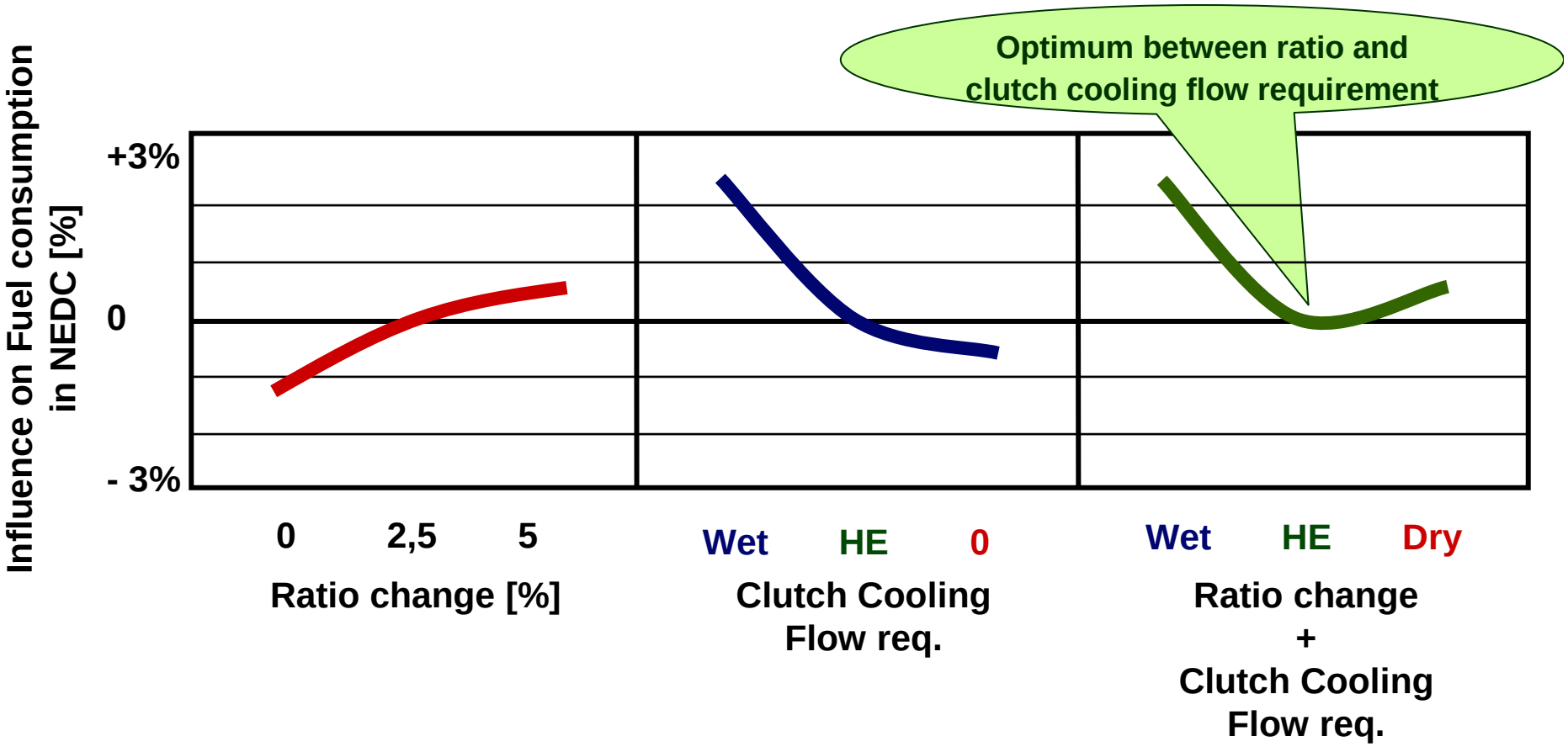


Measurements Drag Losses idle D

1. Drag Torque reduction through lower lube requirement
2. Further drag torque reduction through groove design optimization



Wet – High Efficiency – Dry ?



High Efficiency DualTronic is optimum for fuel efficiency!

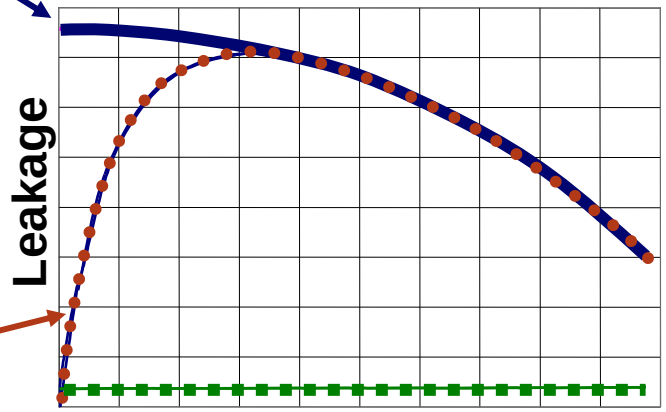
Wet - Dry - HE DualTronic®

	Wet	Dry	**HE DualTronic®**
Wear Resistance	+	o	+
Torque Capacity	+	o	+
Inertia	+	-	+
Fuel Efficiency	o	+	+
Stability of friction behavior	+	o	+
Controllability	+	o	+
Package	+	o	+
Overload Protection	+	-	+

HE DualTronic®___ Leakage Reduction

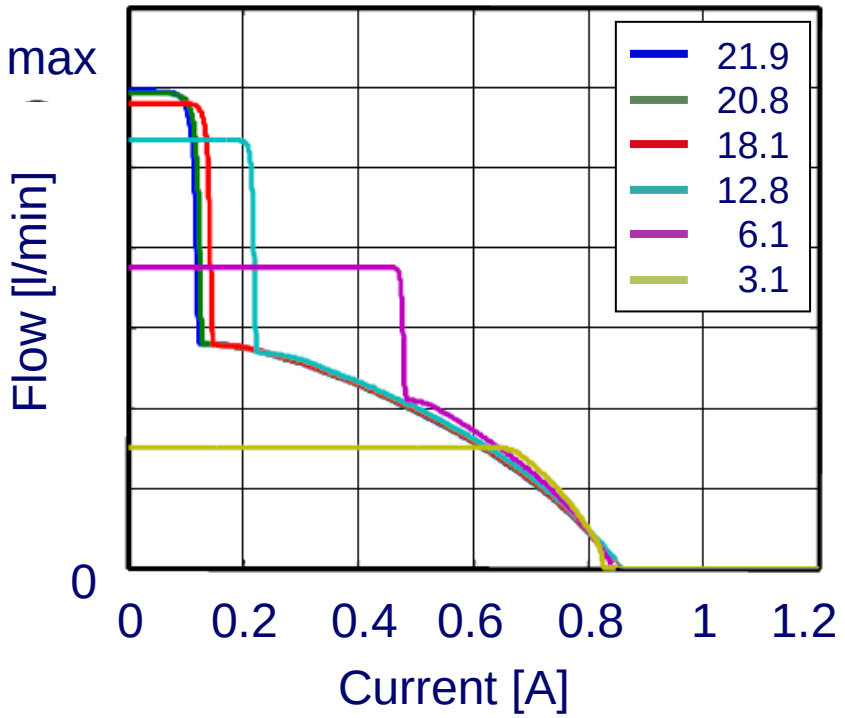
Improved Efficiency with Decreased Pump Displacement

VBS → **Closed End VBS** → ***Trend*** → **Low Flow Direct Acting (MDA)** → *Reduced Leakage*

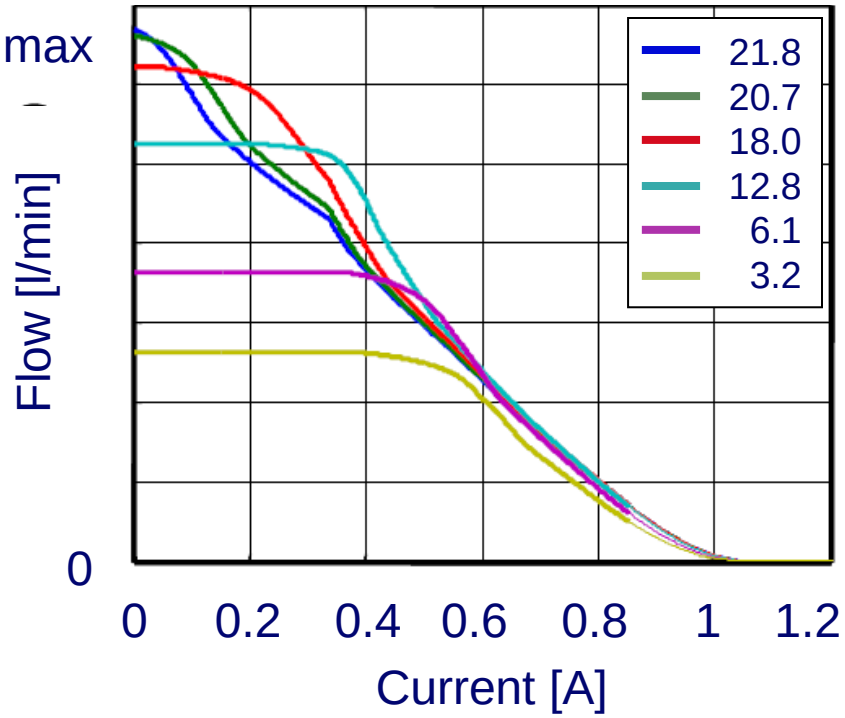


HE DualTronic®___ High Precision lube flow

2 stage pressure control



Direct acting area control solenoid



- **High precision lube flow gives, optimum between efficiency, comfort and life time.**
- **High precision lube flow is needed to get optimal cooling flow**

HE DualTronic®_Optimized Valve Body Design

Original DCT2003 Mechatronic Module

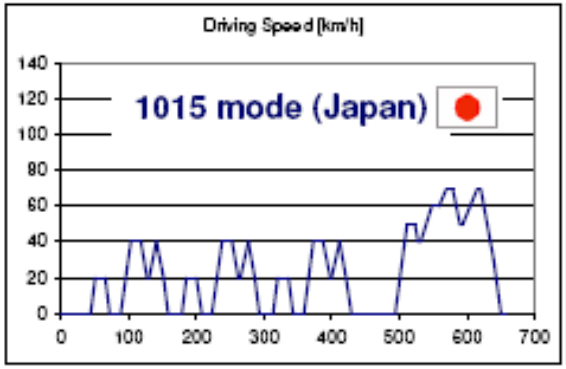
DCT2010 Mechatronic Module

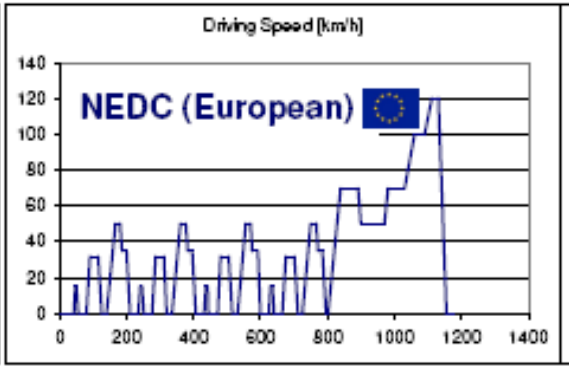
- Integrated shift actuation
- Reduced solenoid size & count

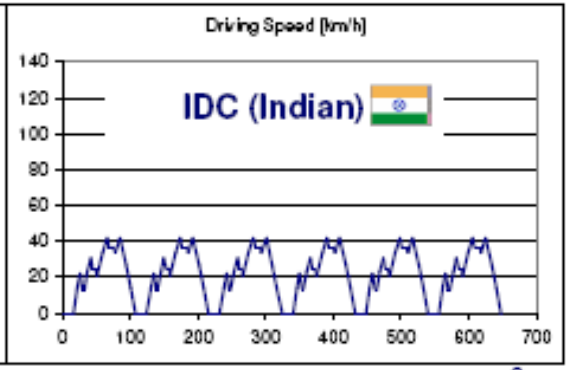
HE DualTronic®_ Pump Downsizing Study

Pump	Disp.	1015 mode (Japan)		NEDC (European)		IDC (Indian)	
	(cc/rev)	[ltr/km]	%	[ltr/km]	%	[ltr/km]	%
Gerotor	10	4.855	-	5.004	-	4.756	-
Fixed Vane (100% Eccn)	10.365	4.819	**0.74%**	4.970	**0.68%**	4.719	**0.78%**
Varible Vane Idle = 30% Launch = 100% Closed = 60%	10.365	4.784	**1.46%**	4.937	**1.34%**	4.693	**1.32%**

* Percentage improvement as compared to Gerotor

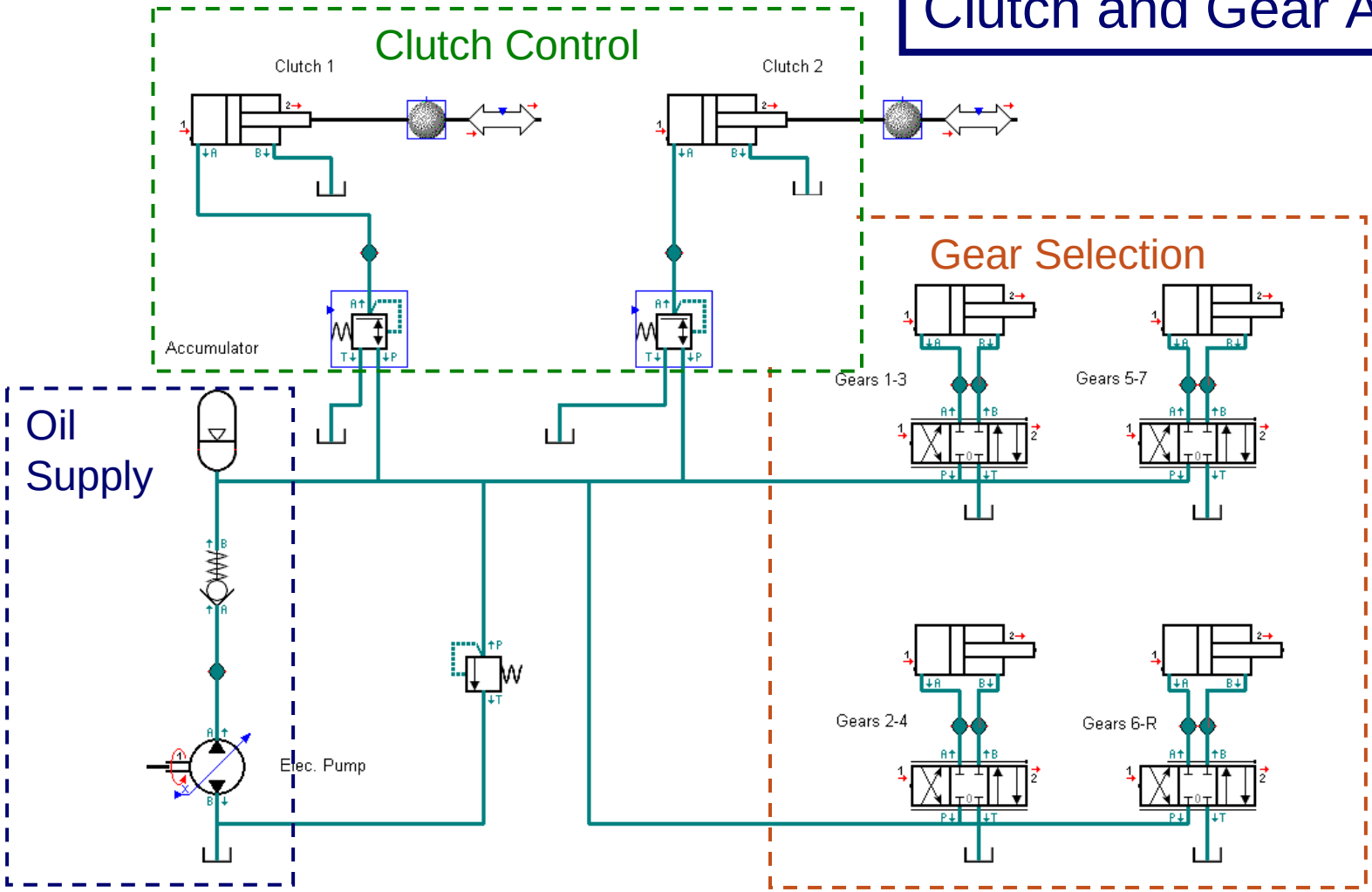




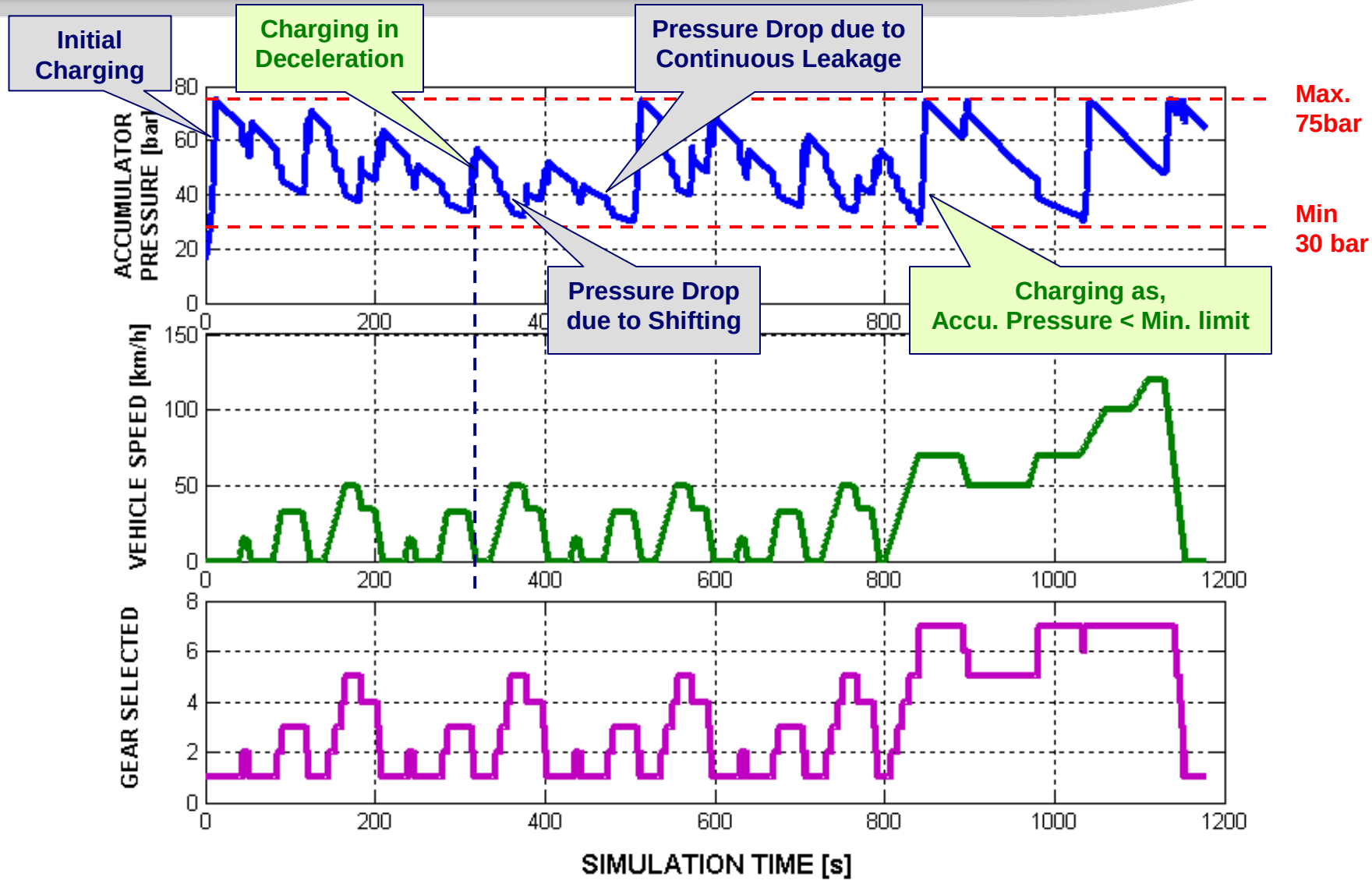


HE - High Pressure System

Clutch and Gear Actuation



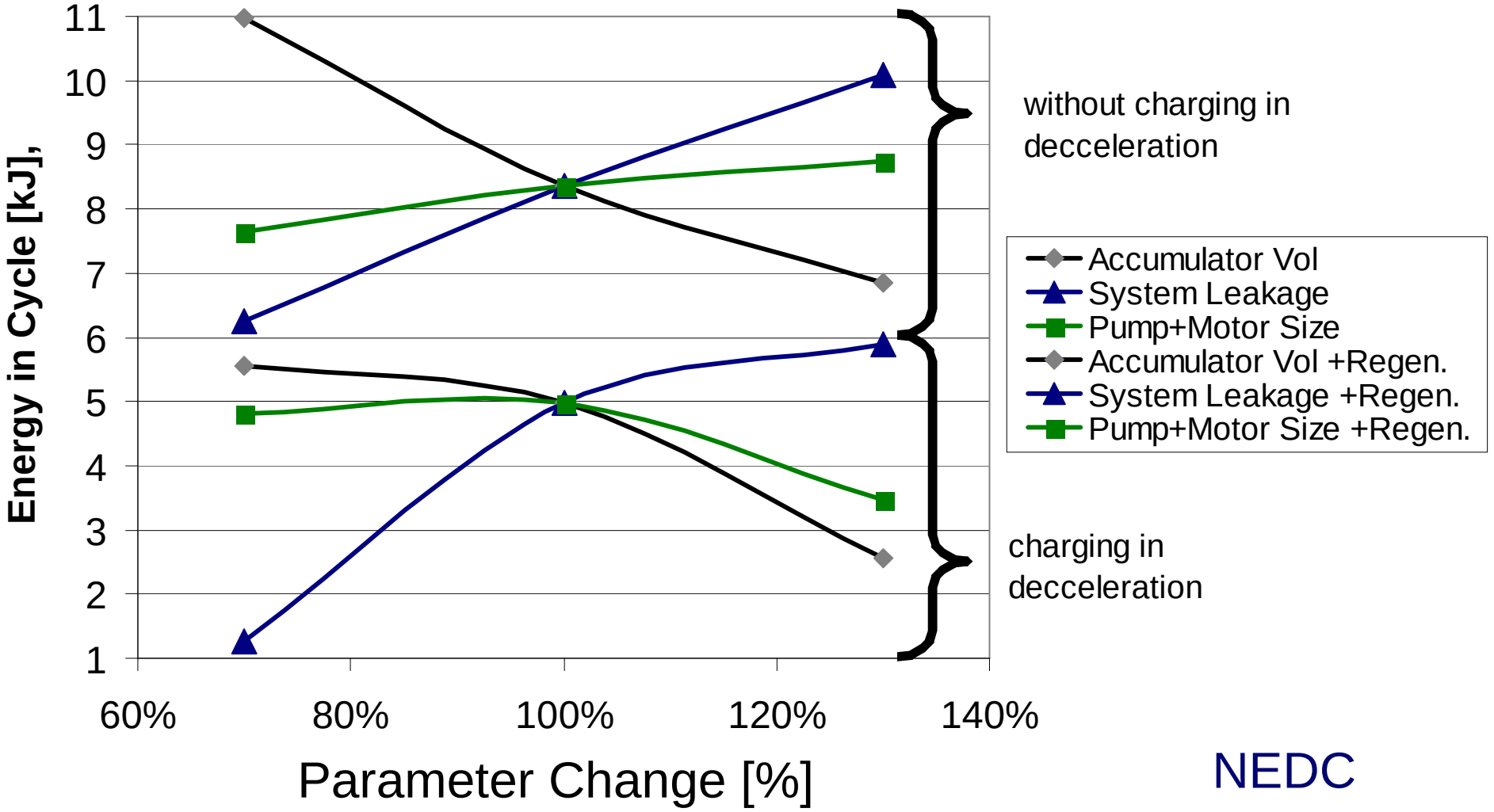
High Pressure System Simulation Result



Final Comments – Future Work

- Look for more intensity of engine/drivetrain cooperation
  - eMachine mechanical integration requires special attention from the Drivetrain engineer [cooling, speed (aka imbalance)]
  - eMachine power matching to engine performance needs improvement
- DCT technology applied to hybrids & electric vehicles
  - Secondary drives in conventional vehicles
  - Drivetrain eMachine integration may rival exhaust after-treatment cost and provide similar emission improvement

Sensitivity High Pressure System



NEDC